

Приведенные выше модели сформулированы в виде карточек, задающих последовательность действий студента в стандартном компьютерном конечно – элементном пакете, а также параметры задачи (например, геометрические размеры используемого инструмента и трубы).

Таким образом, большую часть времени работы над выполнением модели занимает самостоятельная работа студента, что позволяет глубже ознакомиться с принципами построения моделей, работы программного пакета, улучшить качество восприятия материала.

**Паршин С.В.**

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОФИЛИРОВАНИЯ ТРУБ СО СВАРНЫМ ШВОМ

*netskater@mail.ru*

*ГОУ ВПО УГТУ-УПИ*

*г. Екатеринбург*

*Рассмотрены созданные конечно – элементные модели процессов получения высокотехнологичных изделий – профильных труб.*

*A created finite-element models of advanced technology profiled tube producing were considered.*

Более 60% общего объема производства стальных труб составляют сварные трубы, причем производство сварных труб развивается более быстрыми темпами, чем бесшовных. Стальные сварные трубы широко применяют во многих отраслях; нефтяной и газовой промышленности, строительной промышленности, энергетике, химической индустрии, сельском хозяйстве и т. д.

Современные методы производства сварных труб позволяют получать трубы, отличающиеся большой точностью по толщине стенки и диаметру, низкой себестоимостью, малым расходом металла. Сварные трубы изготавливают размерами 6-1620 мм и более по наружному диаметру и толщиной стенки 0,15-26 мм.

В отечественной промышленности имеются также трубоэлектросварочные агрегаты для производства труб диаметром 1720-2520 мм. К настоящему времени известно более 20 способов производства сварных труб, которые отличаются друг от друга как применяемыми методами сварки, так и способами формовки листовой заготовки.

Известно, что для получения профильных труб, например, теплотехнического, нефтегазового назначения, в качестве заготовки применяются гладкие цилиндрические трубы. В то же время известно, что получение бесшовных труб, имеющих большой (до 300-400 мм) диаметр или относительно небольшую толщину стенки затруднено или вовсе невозможно.

Таким образом, при получении некоторых специальных видов профильных труб возникает задача профилирования гладкой сварной трубы. В то же время известно, что материал сварного шва может иметь пластические и прочностные свойства, в значительной степени отличающиеся от основного мате-

риала трубы. Следует отметить, что сама постановка задачи использования сварной трубы в качестве заготовки для получения профильных труб является новой и в литературе практически не описана.

Таким образом, при создании модели профилирования указанных труб можно выделить две основных задачи.

1. При производстве труб, имеющих продольный профиль, следует правильно ориентировать сварной шов по периметру профиля получаемой трубы. В общем случае желательно размещение сварного шва на недеформируемом участке трубы. Однако существуют трубы, у которых в процессе профилирования так или иначе деформируется весь периметр сечения. В этом случае отыскание на периметре точки расположения сварного шва представляет собой нетривиальную задачу.
2. Если получаемая профильная труба эксплуатируется в тяжелых условиях, то для дальнейшего ее использования имеет значение надежность сварного шва. В частности, важно отсутствие трещин, значения упруго-пластических характеристик металла шва.

Рассмотрим характерный процесс, требующий решения обеих вышеуказанных задач.

Задача упрощения конструкции нефтяных и газовых скважин в связи с ростом стоимости указанных ресурсов находится в центре внимания на всех этапах развития эксплуатации скважин. Традиционные методы крепления исчерпывают свои возможности на глубине 5-6 тыс. м. при бурении в сложных условиях.

Кроме того, часто возникают нарушения в эксплуатационных колоннах (от коррозии, при проведении аварийных работ и т.д.), где требуется их ремонт с восстановлением первоначальной прочности и обеспечением такого внутреннего диаметра в отремонтированном участке, при котором можно продолжать эксплуатацию скважины с применением тех же технологических приемов и оборудования.

Существует принципиально новый путь решения проблем разобщения нефтеносных пластов и ремонта колонн путем локального крепления стенок скважин экспандируемыми (расширяемыми в поперечном сечении) секциями обсадных колонн с сохранением полезного сечения скважины.

В качестве таких секций обычно применяются трубы, имеющие профильное двух- или многолучевое сечение. Характерной особенностью этих труб является достаточно большой (до 300 мм) диаметр и относительно тонкая (5-10 мм) стенка трубы. В этих условиях использование в качестве заготовки бесшовных труб является дорогостоящим. В то же время может быть выделена вторая особенность указанных труб, а именно, многократность пластической деформации в ходе ее применения. Так, процесс использования экспандируемого профильного перекрывателя состоит из следующих этапов:

1. Начальное профилирование трубы продольно катящимися по ней роликами;
2. Конечное профилирование трубы в коническом кольце (волоке);
3. После установки трубы в скважину производится предварительная раздача трубы внутренним давлением среды или коническим инструментом, протягиваемым через трубу;
4. Конечная раздача трубы, как правило, производится путем раскатки ее роликом.

В таких условиях выбор зоны размещения сварного шва и определение его свойств на всех этапах профилирования представляет собой важную задачу, определяющую принципиальную осуществимость технологии.

В качестве второго характерного процесса, включающего обе основных задачи, может быть назван процесс получения многогранных (в частности, квадратных и прямоугольных в сечении) труб из цилиндрической сварной трубной заготовки. Применимость таких труб в бытовой технике, строительстве, транспорте, металлоконструкциях рамного типа является чрезвычайно высокой и определяется, например, тем, что использование прямоугольных труб взамен круглых позволяет увеличить при плоском изгибе осевой момент инерции на величину до 30%, что, соответственно, повышает прочность конструкции.

Сложность геометрии очага деформации, а также упруго-пластический характер деформации не позволяют решить задачу моделирования процесса традиционными аналитическими методами без принятия значительного количества допущений, которые сужают зону применения получаемой модели.

В то же время, использование метода конечных элементов в компьютерной его реализации позволяет создание модели объемного типа, делающей возможным определение величины и картины распределения удельного давления со стороны металла на деформирующий инструмент (что позволяет предложить его более рациональную конфигурацию). Кроме того, возможно определение величин, характеризующих напряженное и деформированное состояние металла при профилировании, а также степень использования запаса пластичности и упругую «отдачу» трубы.

В целом модель включает профилирующий инструмент в упрощенном виде, сведенном к рабочим поверхностям инструмента (например, рассматривается лишь катающая поверхность профилирующих валков или роликов). Сварная труба представлена в виде нескольких тел, конкретнее условно выделена зона металла сварного шва, зона металла трубы с измененными при сварке свойствами (зона термического микроструктурного влияния), и зона основного материала трубы. Для каждой из зон могут быть заданы свои специфические свойства материала, что позволяет легко варьировать параметрами материала сварного шва.

Достаточно высокая скорость получения решения позволяет варьировать расположением сварного шва на исходной трубе относительно периметра гото-

вой профильной трубы с целью оптимизации по одному из указанных ранее критериев.

Следует также отметить, что для случая получения профильных труб – перекрывателей скважин указанный способ исследования является единственно возможным, поскольку проведение испытаний в условиях реальной скважины является чрезвычайно дорогостоящим и затруднено в связи с малодоступностью зоны раздачи трубы. В то же время, к надежности этих труб предъявляются повышенные требования, связанные с высокой ответственностью используемого оборудования и связанной с ним технологии.

Указанные модели в настоящий момент находятся в процессе экспериментальной проверки и будут использованы в качестве учебной задачи при преподавании курсов «Пакеты прикладных программ», «Автоматизация проектирования».

**Паршин С.В.**

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ПО ПРЕДМЕТАМ "АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ", "ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ" С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УМК-Д

*netskater@mail.ru*

*ГОУ ВПО УГТУ-УПИ*

*г. Екатеринбург*

*Выявлено положительное влияние созданных учебно-методических комплексов на преподавание дисциплин с большим объемом практических занятий.*

*A positive impact of created discipline education methodical complex was detected. It is most effective in teaching of disciplines with a volume of practical study.*

Студенты старших курсов машиностроительных специальностей, согласно плану обучения, знакомятся с особенностями современного процесса автоматизированного проектирования, а также с тенденциями развития современного компьютерного программного обеспечения, которое предназначается для автоматизации отдельных рабочих мест инженеров, конструкторов и проектировщиков различного профиля. Целью курса «Пакеты прикладных программ» является также изучение особенностей организации пакетов прикладных программ и описание возможностей отдельных программных продуктов.

Создание металлургических машин - зачастую создание машин в одном экземпляре. Таким образом, из проектирования исключаются методы, включающие создание и испытания на моделях натуральной величины. Указанная проблема на современном этапе развития машиностроения может быть решена применением для проектирования пакетов прикладных программ.

Создаваемые машины и агрегаты должны отличаться от своих предшественников более высокими технико-экономическими показателями. При этом, однако, необходимо иметь в виду, что, внося усовершенствования в машину, невозможно полностью противостоять ее моральному старению. Для того что-